

カメラモニタリング向けセンサノードの発光による障害物の位置推定手法の検討

勝間 亮^{1,a)} 柴田 直樹² 山本 眞也³

概要：カメラにより撮影した映像を取り扱うマルチメディアセンサネットワークにおいて、障害物の存在により期待通りの撮影範囲にならないことがあるため、障害物の位置を推定することは重要な課題である。障害物の位置推定はレーザレンジスキャナなどの機器を用いれば可能であるが、これらの機器は高価であるため導入が難しい場合もある。そこで本稿では、センサノードに電球を搭載するだけで、発光を認識可能なノードを特定することで障害物の位置を推定する低コストな方法と簡易な実験について述べる。

1. はじめに

近年、小型機器の発達により無線センサネットワークで用いられるセンサノードの性能が向上に伴い、画像や映像などの容量の大きいマルチメディアデータを扱うマルチメディアセンサネットワーク（WMSN: Wireless Multimedia Sensor Network）が注目されてきている。画像や映像を取り扱う WMSN では、カメラを搭載したセンサノードが画像や映像を取得（センシング）し、そのデータを他のノードに転送する [1]。例えば、農業用地を害獣の被害から守るための害獣検知用の WMSN では、山林に配置されたセンサノードがセンシングを行い、動物を検出したら警報を発するアプリケーションが考えられる。このようなアプリケーションで効率的に対象物を検出するために、少ないノード数でフィールドをくまなく撮影する問題が研究されている [2][3]。しかし、事前に決定した効率的なノード配置を行っても、実際にセンシングする際には障害物により視界が遮られてしまい、想定通りの撮影範囲にならない問題がある。この問題への考えられる対策としては、障害物の位置などを事前に調査しておき、それらの位置をすべて考慮したセンサノードの配置を行うことである [4]。障害物の位置や形状の推定は、レーザレンジスキャナなどの高価な機器を用いることで実現できる。しかし、特殊な機器を使用せず安価で実現しようとしたとき、センサノードの配置

前に山林などの自然環境で障害物の位置をすべて正確に調べておくことは困難である。そこで、センサノードをいったん配置してから低コストで障害物の位置推定を行い、最初のセンサノード配置では障害物によって遮られている領域をカバーするために二度目のセンサノードの配置を行う方法が考えられる。本稿では、センサノードに電球や発光ダイオードによる発光機能を搭載し、いったん配置されたあとに障害物の位置推定を行う方法について検討する。

2. 障害物の位置推定方法

使用する機器はカメラと電球を搭載したセンサノードである。配置するセンサノードの集合を $S = s_0, s_1, \dots, s_m$ とし、すべてのセンサノード同士を結んだ線分の集合を L_a とする。まず障害物が無いと想定し、フィールドをくまなく被覆するようセンサノードを配置する。その状態で電球を順次発光させていき、発光を認識可能なノードを調べていく。あるノード s_0 が発光したとき、別のノード s_1 がそれをカメラで撮影できなければ、ノード s_1 と s_2 の線分のどこかに障害物があると予測できる。これらの撮影できない線分をすべて求め、交点をすべて求めていくことで、およそその障害物の位置を推定する。図 2 に示した例では、図中の 5 つの交点からなるハミルトン経路を求めることで障害物を推定する。

いま、ノード s_i で発光したとき、それを認識できないノードの集合を U_i とする。すべての i に対して発光場所 s_i とそれを認識できないすべてのノード $\forall u \in U_i$ を結んだ線分の集合 L_b を求め、それらの線分同士の交点をすべて求め、その交点の集合を P とする。発光場所とそれと認識できた線分の集合 $L_a - L_b$ と交わらず、かつ P の最大の部

¹ 大阪府立大学
Osaka Prefecture University, Sakai, Osaka 599-8531, Japan

² 奈良先端科学技術大学院大学
Nara Institute of Science and Technology

³ 山口東京理科大学
Tokyo University of Science, Yamaguchi

a) ryo-k@mi.s.osakafu-u.ac.jp

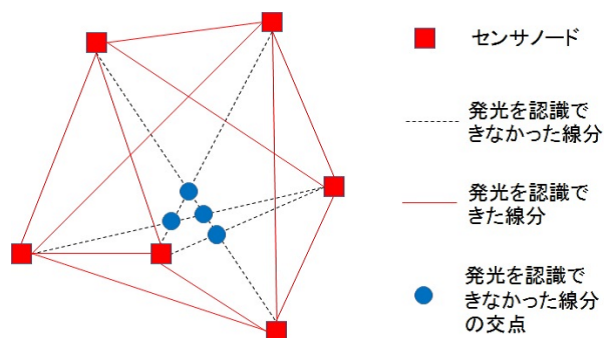


図 1 障害物の位置推定の例

分集合 Q_0 を求める。 $P = P - Q_0$ とし、 $L_a - L_b$ と交わらず、かつ P の最大の部分集合 Q_1 を求める。同様の操作を P が空集合になるまで繰り返す。すべての j に対して Q_j のハミルトン閉路を求め、それを障害物の形状と推定する。

3. 簡易実験

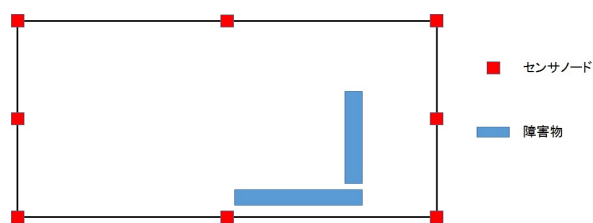


図 2 カメラと障害物の配置

本研究は自然環境での障害物の位置推定を目的としているが、手始めに室内でのカメラ位置と検討中の障害物位置推定について実験を行った。ホワイトボードと仕切りが置いてある長方形の一室にカメラを8つ設置した。カメラの位置は長方形の四隅と各辺の4つの中点とし、各カメラと同じ位置に電球も8つ設置した(図3)。カメラに備え付けた電球を発光させ、それを他のカメラが捕らえることができるかどうかを調べた。取り付けたカメラの画角は予備実験により約60度と判明しており、今回は全方位が撮影できるようにカメラを適宜回転させている。

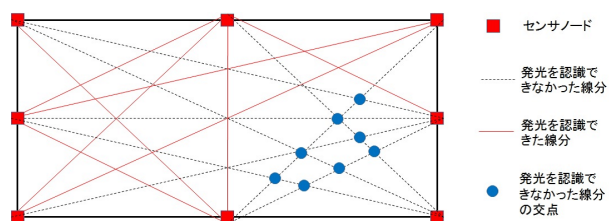


図 3 障害物の推定位置

カメラ同士を結んだ線分のうち発光を確認できなかった線同士の交点は図3となる。仕切りとホワイトボードの形状は詳細に推定できなかったが、推定された障害物の位置と実際の仕切りやホワイトボードの位置は大きく異なっていないことが確認できた。

4. おわりに

本稿では、電球を装備したセンサノードを用いて安価に障害物の位置を推定する方法について述べ、屋内での簡易な実験を紹介した。今後はより精度を高めるための工夫を行っていく。例えば、電球を固定するのではなく、人間が電球を持ち歩き、どの場所で撮影できないノードが出てくるかを調べることで、より詳細な位置推定が可能と考えている。

参考文献

- [1] Ian F. Akyildiz, Tommaso Melodia, and Kaushik R. Chowdhury: "A survey on wireless multimedia sensor networks," *J. of Computer and Telecommunications Networking*, Vol. 51 Issue 4, pp.921-960, 2007.
- [2] Yi Wang and Guohong Cao: "On full-view coverage in camera sensor networks," *Proc. of IEEE INFOCOM 2011*, pp.1781-1789, 2011.
- [3] Wenyuan Liu, Juanjuan Liu, Lin Wang, and Yali Si: "Full-View Coverage Algorithm in Camera Sensor Networks with Random Deployment," *J. of Communications in Computer and Information Science*, Vol. 334, pp.280-290, 2013.
- [4] Mittal A. and Davis L.: "Visibility Analysis and Sensor Planning in Dynamic Environments," *Proc. of 8th European Conference on Computer Vision*, pp.175-189, 2004.